

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 198 01 541 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
G 05 B 19/4097
G 05 B 19/18

②1 Aktenzeichen: 198 01 541.0
②2 Anmeldetag: 16. 1. 98
④3 Offenlegungstag: 23. 7. 98

DE 198 01 541 A 1

③0 Unionspriorität:
9-6655 17. 01. 97 JP

⑦1 Anmelder:
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner, 80538 München

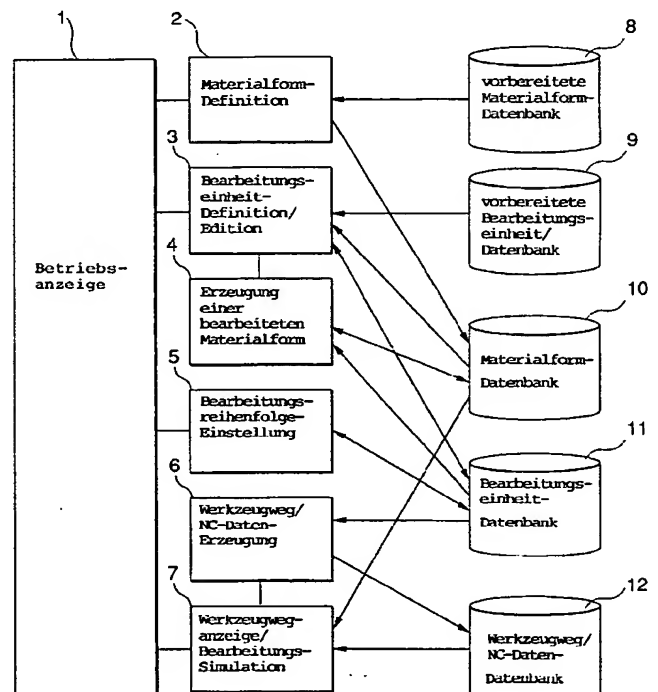
⑦2 Erfinder:
Iriguchi, Kenji, Tokio/Tokyo, JP; Kato, Kiyotaka,
Tokio/Tokyo, JP; Matsubara, Susumu, Tokio/Tokyo,
JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Automatische Programmiervorrichtung und -Verfahren

⑤7 Es wird eine automatische Programmiervorrichtung angegeben, die folgendes aufweist: einen Materialform-Definitionsbereich zum Definieren von entsprechenden Materialformen; einen Bearbeitungseinheit-Vorbereitungsbereich zum Vorbereiten von mehreren Bearbeitungseinheiten; einen Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich zum Auswählen einer bestimmten Bearbeitungseinheit; einen Bereich zum Erzeugen von zu bearbeitenden Materialformen; einen Bearbeitungsreihenfolge-Einstellbereich zum Einstellen einer entsprechenden Arbeitsfolge; und einen NC-Daten-Erzeugungsbereich, um NC-Daten für die Durchführung der Bearbeitung zu erzeugen. Mit der Programmiervorrichtung und dem Programmierverfahren ist es möglich, die Bearbeitung in einer entsprechenden Maschine rasch und wirkungsvoll durchzuführen und ein entsprechendes Programm in einfacher Weise empirisch zu erstellen bzw. zu modifizieren.



DE 198 01 541 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine automatische Programmiervorrichtung zum Steuern einer NC-Maschine sowie ein entsprechendes Programmierverfahren.

Bei einer herkömmlichen automatischen Programmiervorrichtung definiert eine Bedienungsperson Teilbearbeitungsschritte, indem hauptsächlich Graphikelemente und Bearbeitungsattributen zweidimensional (z. B. Definieren einer Taschen-Bearbeitung mit Hilfe einer zweidimensionalen graphischen Umrißgraphik und der Bearbeitungstiefe) unter Verwendung von Sprachen, wie z. B. APT (Automatically Programmed Tools) und EXAPT (Extended Subset APT), oder auf interaktive Weise auf der Basis einer Gestalt eingegeben werden und die Reihenfolge von definierten Teilbearbeitungsschritten eingegeben wird, um ein Bearbeitungsprogramm zu erzeugen.

Zahlreiche Techniken sind bekannt, um das erzeugte Bearbeitungsprogramm zu bestätigen, wobei die NC-Daten, die an die NC-Maschine geliefert werden, von einem Bearbeitungsprogramm erzeugt und angezeigt werden, und die erzeugten NC-Daten werden einer Bearbeitungssimulationseinrichtung geliefert, um den Status der Bearbeitung zu erkennen.

Die obige herkömmliche automatische Programmiervorrichtung, bei der die Bearbeitung aus mehreren Richtungen (z. B. Bearbeitung einer komplizierten Form und eine Polygon-Bearbeitung) definiert ist, benötigt eine lange Zeit, um eine Teilbearbeitung zweidimensional unter Verwendung eines Graphikelements und einer Bearbeitungsattribut zu definieren. Um das Bearbeitungsprogramm zu testen, muß eine Bearbeitungssimulation unter Verwendung der NC-Daten, die von dem Bearbeitungsprogramm erzeugt worden sind, durchgeführt werden. Folglich benötigt das Prüfen des Bearbeitungsprogramms eine lange Zeit. Eingabetätigkeiten beim Erzeugen des Bearbeitungsprogramms durch empirische Aktivitäten sind mühsam.

Die vorliegende Erfindung ist ausgeführt worden, um das obige Problem zu lösen. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine automatische Programmiervorrichtung und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, die ein Bearbeitungsprogramm für eine komplizierte Bearbeitung in einfacher Weise erzeugen können und die außerdem ein korrektes Programm durch empirisch-praktische Methoden erzeugen können.

Die automatische Programmiervorrichtung umfaßt folgendes:

- einen Materialform-Definitionsbereich, um die Materialform, die durch ein dreidimensionales festes Modell verkörpert wird, zu definieren;
- einen Bearbeitungseinheit-Vorbereitungsbereich zum Vorbereiten mehrerer Bearbeitungseinheiten mit einer vereinheitlichten Information für ein Bearbeitungsgebiet, das von einem dreidimensionalen festen Modell und eines Bearbeitungsattributs einschließlich eines Bearbeitungsverfahrens und einer Werkzeuginformation zum Bearbeiten des Bearbeitungsgebietes repräsentiert wird;
- einen Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich zum Auswählen einer bestimmten Bearbeitungseinheit aus den Bearbeitungseinheiten, die von dem Bearbeitungseinheit-Vorbereitungsbereich vorbereitet worden sind, und zum Bestimmen der Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes der ausgewählten Bearbeitungseinheit für die Materialform, die von dem Materialform-Definitionsbereich definiert worden ist, um dadurch die Bearbeitungseinheit zum Verarbeiten zu definieren;

nieren;

- einen Bereich zum Erzeugen einer bearbeiteten Materialform zum Entfernen der Bearbeitungsgebiet-Form der Bearbeitungseinheit, die von dem Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich definiert worden ist, aus der Materialform, die von dem Materialform-Definitionsbereich durch eine zusammengefaßte Berechnung definiert worden ist, so daß dadurch die Bearbeitungsform erzeugt wird;
- einen Bearbeitungsreihenfolge-Einstellbereich zum Einstellen einer Bearbeitungsreihenfolge für die Bearbeitungseinheiten, die von dem Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich definiert worden sind; und
- einen NC-Daten-Erzeugungsbereich, um NC-Daten auf der Basis der Bearbeitungseinheit mit der von dem Bearbeitungsreihenfolge-Einstellbereich eingestellten Reihenfolge zu erzeugen.

Die Vielzahl von Bearbeitungseinheiten, die in dem Bearbeitungseinheit-Vorbereitungsbereich vorbereitet worden sind, erhalten Bearbeitungsreihenfolgen von dem Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich und werden vereinheitlicht, um eine neue Bearbeitungseinheit zu definieren, wobei die neue Bearbeitungseinheit, als eine der Bearbeitungseinheiten, in dem Bearbeitungseinheit-Vorbereitungsbereich vorbereitet wird.

Der Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich kann die Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes der für die Materialform definierten Bearbeitungseinheit sowie seine Bearbeitungsattribute ändern.

Die automatische Programmiervorrichtung umfaßt weiterhin einen Bearbeitungssimulationsbereich, um eine Bearbeitungssimulation auf der Basis der NC-Daten für jede der Bearbeitungseinheiten durchzuführen, die von dem Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich definiert worden sind.

Ein automatisches Programmierverfahren umfaßt die folgenden Schritte:

- einen ersten Schritt zum Definieren der Materialform, die von einem dreidimensionalen festen Modell repräsentiert wird;
- einen zweiten Schritt zum Auswählen einer bestimmten Bearbeitungseinheit aus mehreren Bearbeitungseinheiten, die mit einer vereinheitlichten Information für ein Bearbeitungsgebiet vorbereitet worden sind, das von einem dreidimensionalen festen Modell repräsentiert wird und zum Auswählen eines Bearbeitungsattributs, einschließlich eines Bearbeitungsverfahrens und einer Werkzeug-Information, zum Bearbeiten des Bearbeitungsgebietes sowie zum Bestimmen der Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes der ausgewählten Bearbeitungseinheit für die von dem Materialform-Definitionsbereich definierte Materialform, um dadurch die Bearbeitungseinheit zum Verarbeiten zu definieren;
- einem dritten Schritt zum Entfernen der Bearbeitungsgebiet-Form aus der Bearbeitungseinheit von der Materialform durch zusammengefaßte Berechnung, um dadurch die Materialform nach der Bearbeitung zu erzeugen;
- einen vierten Schritt zum Einstellen einer Bearbeitungsreihenfolge für die definierte Bearbeitungseinheit; und
- einen fünften Schritt zum Erzeugen von NC-Daten auf der Basis der Bearbeitungseinheit mit der eingestellten Reihenfolge; und
- einen sechsten Schritt zum Durchführen einer Bearbeitungssimulation auf der Basis der NC-Daten für



jede der definierten Bearbeitungseinheiten.

In dem zweiten Schritt kann eine Bearbeitungseinheit hinzugefügt oder gelöscht werden, und der Bearbeitungsbereich und die Bearbeitungsattribute der definierten Bearbeitungseinheit können geändert werden.

Die Erfindung wird nachstehend, auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile, anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen erläutert.

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration einer automatischen Programmier Vorrichtung in Übereinstimmung mit einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2A und 2B sind Ansichten zum Erläutern der Datenstruktur einer Bearbeitungseinheit in einer automatischen Programmier Vorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 3A und 3B sind Ansichten zum Erläutern eines Beispiels einer Bearbeitungseinheit in der automatischen Programmier Vorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 4 ist ein Flußdiagramm zum Erzeugen eines Bearbeitungsprogramms in einer automatischen Programmier Vorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 5 ist ein Verarbeitungsflußdiagramm zum Einstellen/Hinzufügen einer Bearbeitungseinheit bei dem Ablauf in Fig. 4;

Fig. 6A und 6B sind schematische Darstellungen, die Verarbeitungsbeispiele des Einstellens/Hinzufügens einer Bearbeitungseinheit in dem Flußdiagramm von Fig. 4 zeigen;

Fig. 7A und 7B sind schematische Darstellungen, die Verarbeitungsbeispiele des Einstellens/Hinzufügens einer Bearbeitungseinheit in dem Flußdiagramm von Fig. 4 zeigen;

Fig. 8 ist ein Verarbeitungsflußdiagramm zum Ändern eines Bearbeitungsgebietes in dem Flußdiagramm von Fig. 4;

Fig. 9A und 9B sind Ansichten, die Verarbeitungsbeispiele zum Ändern eines Bearbeitungsgebietes in dem Flußdiagramm von Fig. 4 zeigen;

Fig. 10 ist eine Ansicht, die ein Verarbeitungsbeispiel zum Ändern eines Bearbeitungsgebietes in dem Flußdiagramm von Fig. 4 zeigt;

Fig. 11 ist ein Verarbeitungsflußdiagramm zum Löschen einer Bearbeitungseinheit in dem Flußdiagramm von Fig. 4;

Fig. 12A und 12B sind schematische Darstellungen, die Verarbeitungsbeispiele zum Löschen einer Bearbeitungseinheit zeigen;

Fig. 13 ist ein Verarbeitungsflußdiagramm zum Ändern eines Bearbeitungsattributs in dem Flußdiagramm von Fig. 4;

Fig. 14 ist eine schematische Darstellung, die ein Verarbeitungsbeispiel zum Ändern eines Bearbeitungsattributs in dem Flußdiagramm von Fig. 4 zeigt;

Fig. 15A und 15B sind schematische Darstellungen, die Verarbeitungsbeispiele zum Ändern eines Bearbeitungsattributs in dem Flußdiagramm von Fig. 4 zeigen;

Fig. 16 ist ein Flußdiagramm, das ein Verarbeitungsbeispiel zur Werkzeugweganzeige und zur Bearbeitungssimulation in dem Flußdiagramm von Fig. 4 zeigt;

Fig. 17A und 17B sind Ansichten, die Verarbeitungsbeispiele zur Werkzeugweganzeige und zur Bearbeitungssimulation in dem Flußdiagramm von Fig. 4 zeigen; und

Fig. 18 ist eine schematische Darstellung, die ein Verarbeitungsbeispiel zur Werkzeugweganzeige und zur Bearbeitungssimulation zeigt.

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das die Struktur einer automatischen Programmier Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In Fig. 1 bezeichnet die Bezugsziffer 1 einen Tätigkeits-Anzeigebereich, um eine von einer Bedienungsperson empfangene

Eingabe zu jedem Funktionsabschnitt zu übertragen und eine Ausgabe von jedem funktionellen Abschnitt auf einem Bildschirm anzuzeigen. Das Bezugszeichen 8 bezeichnet eine vorbereitete Materialform-Datenbank zum Speichern zahlreicher Materialformen, die von dreidimensionalen festen Modellen verkörpert werden, die im voraus vorbereitet worden sind.

Das Bezugszeichen 2 bezeichnet einen Materialform-Definitionsbereich, um die Materialformdaten, die von der Bedienungsperson vorgegeben worden sind, aus den vorbereiteten Materialformdaten zu entnehmen, die die Form definieren, die in eine von der Bedienungsperson bestimmte Größe transformiert worden ist, und um die definierten Formdaten in der Materialform-Datenbank 10 zu speichern. Das Bezugszeichen 9 bezeichnet eine Datenbank für eine vorbereitete Bearbeitungseinheit, die als Bearbeitungseinheit-Vorbereitungsbereich dient, um vorher zahlreiche Bearbeitungseinheiten zu speichern, die aus einer vereinheitlichten Information von Bearbeitungsattributen zusammengesetzt sind, wie z. B. einem Bearbeitungsgebiet, das von einem dreidimensionalen festen Modell verkörpert wird, sowie einem Bearbeitungsverfahren und von Werkzeuginformation zum Bearbeiten des Bearbeitungsgebietes.

Die Fig. 2A und 2B zeigen eine Struktur einer Bearbeitungseinheit. Die Fig. 2A zeigt die Datenstruktur ihres Inhalts. Die Bearbeitungseinheit ist grob in zwei Informationseinheiten, nämlich ein Bearbeitungsgebiet und ein Bearbeitungsattribut aufgliedert. Beim Bearbeitungsgebiet handelt es sich um die Formdaten eines dreidimensionalen festen Modells, die das zu entfernende Gebiet der definierten Bearbeitungseinheit verkörpern. Das Bearbeitungsattribut ist eine Attributinformation bezüglich der Bearbeitung, wie z. B. die Art der Bearbeitung eines Lochs, einer Aussparung, einer Tasche, usw., Fertigungstoleranzen und die Verwendung eines Werkzeugs.

Die Fig. 3A und 3B zeigen Beispiele einer Bearbeitungseinheit. Fig. 3A zeigt die Einheit eines Stirnsenken-Lochs und Fig. 3B zeigt die Einheit einer Taschenbearbeitung.

In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 3 einen Bearbeitungseinheit-Definitions/Editier-Bereich, der als Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich dient, um die Bearbeitungseinheit selektiv zu entnehmen, die von einer Bedienungsperson aus der Datenbank 9 für eine vorbereitete Bearbeitungseinheit bestimmt worden ist, und um die Form des Bearbeitungsgebietes der Bearbeitungseinheit zu der Anordnung und Größe, die von der Bedienungsperson auf der Basis der Materialformen in der Materialformdatenbank 10 bestimmt worden ist, zu modifizieren, und um sie in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 als aktuelle Bearbeitungseinheit zu speichern. Der Bearbeitungseinheit-Definitions/Editierbereich 3 kann die Bearbeitungseinheit löschen, die in der Bearbeitungseinheit-Datenbank gespeichert ist, und kann die Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes und die Bearbeitungsattribute ändern.

Wie in Fig. 2B gezeigt ist, können zahlreiche Bearbeitungseinheiten zu einer einzigen Bearbeitungseinheit vereinheitlicht bzw. vereinigt werden. Insbesondere werden eine Vielzahl von Bearbeitungseinheiten, die von der Datenbank 9 für eine vorbereitete Bearbeitungseinheit vorbereitet worden sind, gemäß der Reihenfolge der Bearbeitung von der Bedienungsperson mittels des Bearbeitungseinheit-Definitions/Editierbereichs 3 bestimmt, so daß sie als eine neue vereinheitlichte Bearbeitungseinheit definiert werden. Die neue Bearbeitungseinheit wird als eine der Bearbeitungseinheiten in der Datenbank 9 für eine vorbereitete Bearbeitungseinheit vorbereitet.

In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 4 einen Erzeugungsbereich für eine bearbeitete Materialform zum Erzeu-

gen einer bearbeiteten Materialform, die erhalten wird, indem die Bearbeitungsgebiet-Formen aller Bearbeitungseinheiten, die in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gespeichert sind, aus den Materialformen, die in der Materialform-Datenbank 10 gespeichert sind, durch Boolesche Operationen entfernt werden und indem sie als bearbeitete Materialformen in der Materialform-Datenbank 10 gespeichert werden. Das Bezugszeichen 5 bezeichnet eine Bearbeitungsreihenfolge-Einstelleinheit zum Vorgeben der Speicherreihenfolge der Bearbeitungseinheiten, die in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gespeichert sind, die durch die Bestimmung der Bedienungsperson geändert worden sind. Die Bearbeitung wird in Übereinstimmung mit der Speicherreihenfolge durchgeführt.

Das Bezugszeichen 6 bezeichnet einen Werkzeugweg/NC-Daten-Erzeugungsbereich, der als NC-Daten-Erzeugungsbereich dient, der die Bearbeitungseinheiten in Übereinstimmung mit einer Anforderung aus dem unten beschriebenen Werkzeugweganzeige/Bearbeitungssimulations-Bereich 7 der Reihe nach aus der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 entnimmt, das Bearbeitungswerkzeug und die NC-Daten auf der Basis der derart entnommenen Bearbeitungseinheiten erzeugt und die so erzeugten Daten in der Werkzeugweg/NC-Daten-Datenbank 12 speichert. Das Bezugszeichen 7 bezeichnet einen Werkzeugweganzeige/Bearbeitungssimulations-Bereich, der die Werkzeugweg- und die NC-Daten aus der Werkzeugweg/NC-Daten-Datenbank 12 entnimmt, um den genommenen Werkzeugweg und das Verfahren der Bearbeitungssimulation, das auf den entnommenen NC-Daten basiert, anzuzeigen.

Der Betrieb des automatischen Programmierverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung wird nachstehend angegeben.

Fig. 4 zeigt einen Ablauf der Erzeugung der Bearbeitungseinheit, wobei es sich um ein Bearbeitungsprogramm in der automatischen Programmiervorrichtung handelt, die in Fig. 1 gezeigt ist. In Schritt 13 wird die Materialform eines dreidimensionalen festen Modells definiert, das eine Basis ist, wenn das Bearbeitungsgebiet der Bearbeitungseinheit von dem Materialform-Definitionsbereich 2 definiert wird. In Schritt 14 wird eine Entscheidung getroffen, ob eine Bearbeitungseinheit neu eingestellt oder hinzugefügt wird oder nicht. Falls "Ja", wird in Schritt 20 das Einstellen/Hinzufügen der neuen Bearbeitungseinheit von dem Bearbeitungseinheit-Definitions/Editier-Bereich durchgeführt. Dieses Verfahren wird wiederholt, um eine notwendige Anzahl von Bearbeitungseinheiten einzustellen.

Fig. 5 zeigt den Ablauf der Verarbeitung des Einstellens/Hinzufügens einer Bearbeitungseinheit. In Schritt 26 wird die von der Bedienungsperson ausgewählte Bearbeitungseinheit aus den zuvor vorbereiteten Bearbeitungseinheiten ausgewählt, um die Bearbeitungseinheit zu erzeugen (Bearbeitungsbereich und Bearbeitungsattribut). In Schritt 27 werden die Anordnung und die Größe der Bearbeitungsgebiet-Form, die in der so erzeugten Bearbeitungseinheit enthalten sind, auf der Basis der Materialform ausgewählt.

Fig. 6 zeigt ein Beispiel dieses Schrittes auf dem Bildschirm der automatischen Programmiervorrichtung. Die Bezugssymbole RU_0 bis RU_3 stellen Bearbeitungsgebiete von Bearbeitungseinheiten U_0 bis U_3 (nicht gezeigt) dar und das Bezugssymbol W stellt eine Materialform dar. Die Fig. 6A zeigt den Zustand, in dem die Materialform W definiert wird. Die Fig. 6B zeigt den Zustand, in dem die Bearbeitungseinheit U_0 ausgewählt wird und die Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes RCU_0 von seiner Kopie CU_0 (nicht gezeigt) für die Materialform W ausgewählt werden. Die Anordnung von RCU_0 ist so ausgewählt, daß

die Vorderseite F_0 des Bearbeitungsgebietes RCU_0 die Vorderseite FW der Materialform W überlappt.

In Schritt 28 von Fig. 5 wird die Bearbeitungseinheit, die durch das Bestimmen der Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes definiert ist, in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gespeichert. In Schritt 29 wird die bearbeitete Materialform erzeugt, indem die Bearbeitungsgebiets-Formen von allen Bearbeitungseinheiten, die in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gespeichert sind, von der Materialform durch Boolesche Operationen von dem Erzeugungsbereich 4 für eine bearbeitete Materialform entfernt werden, in der Materialform-Datenbank 10 gespeichert. Die Fig. 7A und 7B zeigen Beispiele des Bildschirms der automatischen Programmiervorrichtung, wenn die bearbeitete Materialform erzeugt worden ist. Die Fig. 7A zeigt den Zustand, in dem das Bearbeitungsgebiet RU_0 , von dem die Anordnung und die Größe für die Materialform W bestimmt worden ist, aus der Materialform W entfernt worden ist, und die Fig. 7B zeigt den Zustand, in dem aus der Materialform W vier Bearbeitungsgebiete entfernt worden sind. Es handelt sich dabei um das Bearbeitungseinheit-Einstell/Hinzufügens-Verfahren von Schritt 20.

In Schritt 15 von Fig. 4 wird eine Entscheidung getroffen, ob die Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes, das in der Bearbeitungseinheit, die in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gespeichert ist, geändert werden soll oder nicht. Falls "Ja", wird in Schritt 21 das Verfahren zum Ändern des Bearbeitungsgebietes durchgeführt. Der Ablauf des Verfahrens der Bearbeitungsgebiets-Änderung in Schritt 21 ist in Fig. 8 gezeigt. In Schritt 30 wird die Bearbeitungseinheit, für die das Ändern ihres Bearbeitungsgebietes bestimmt worden ist, aus den in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gespeicherten Bearbeitungseinheiten ausgewählt. Die Fig. 9A zeigt dieses Beispiel, in welchem RCU_0 ein Bearbeitungsgebiet einer ausgewählten Bearbeitungseinheit CU_0 (nicht gezeigt) bezeichnet.

In Schritt 31 werden die Anordnung und die Größe des Bearbeitungsgebietes der ausgewählten Bearbeitungseinheit durch eine Anweisung der Bedienungsperson geändert. Die Fig. 9B zeigt den Zustand, in dem die Anordnung und die Größe des Bearbeitungsgebietes RCU_0 der ausgewählten Bearbeitungseinheit CU_0 geändert worden sind. In Schritt 32 von Fig. 8 wird, wie auch in Schritt 29, die bearbeitete Materialform gemäß der Änderung des Bearbeitungsgebietes erzeugt und gespeichert. Die Fig. 10 zeigt den Zustand, in dem die bearbeitete Materialform erzeugt worden ist, nachdem die Änderung des Bearbeitungsgebietes bestimmt worden ist. Es handelt sich dabei um das Verfahren der Bearbeitungsgebiets-Änderung.

In Schritt 16 wird eine Entscheidung getroffen, ob die Bearbeitungseinheit, die in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gespeichert ist, gelöscht werden soll oder nicht. Falls "Ja", wird das Verfahren der Bearbeitungseinheit-Löschung in Schritt 22 von dem Bearbeitungseinheit-Definitions/Editier-Bereich 3 durchgeführt. Der Ablauf des Bearbeitungseinheit-Löschungsverfahrens ist in Fig. 11 gezeigt. In Schritt 33 wird die zu löschende Bearbeitungseinheit von der Bedienungsperson aus der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 ausgewählt.

In Schritt 34 wird die ausgewählte Bearbeitungseinheit aus der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gelöscht. In Schritt 35 wird gemäß der Änderung der Bearbeitungseinheit, wie in Schritt 29, die bearbeitete Materialform erzeugt und gespeichert. Die Fig. 12A zeigt den Zustand, in dem die Bearbeitungseinheit CU_0 (nicht gezeigt) mit dem Bearbeitungsgebiet RCU_0 ausgewählt worden ist. Die Fig. 12B zeigt den Zustand der bearbeiteten Materialform, wobei die Bearbeitungseinheit CU_0 gelöscht ist. Es handelt sich dabei

um das Verfahren der Bearbeitungseinheit-Löschung.

In Schritt 17 von Fig. 4 wird eine Entscheidung getroffen, ob das Bearbeitungsattribut der Bearbeitungseinheit, das in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gespeichert ist, geändert werden soll oder nicht. Falls "Ja", wird in Schritt 23 das Änderungsverfahren des Bearbeitungsattributs von dem Bearbeitungseinheit-Definitions/Editier-Bereich 3 durchgeführt. Der Ablauf des Bearbeitungsattribut-Änderungsverfahrens ist in Fig. 13 gezeigt. In Schritt 36 von Fig. 13 wird die von der Bedienungsperson bestimmte Bearbeitungseinheit aus den in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gespeicherten Bearbeitungseinheiten ausgewählt. In Schritt 37 wird das Bearbeitungsattribut der ausgewählten Bearbeitungseinheit angezeigt, um die gegenwärtig gesetzten Werte für die Bedienungsperson anzuzeigen.

In Schritt 38 wird das Detail des von der Bedienungsperson bestimmten Bearbeitungsattributs von einer Anweisung der Bedienungsperson geändert. Die Fig. 14, 15A und 15B zeigen ein Beispiel eines Änderungsverfahrens des Bearbeitungsattributs. Die Fig. 14 zeigt den Zustand, in dem die Bearbeitungseinheit CU₃ mit dem zu ändernden Bearbeitungsattribut ausgewählt worden ist. Die Fig. 15A zeigt den Zustand, in dem die gesetzten Werte des gegenwärtigen Bearbeitungsattributs der ausgewählten Bearbeitungseinheit angezeigt werden. Die Fig. 15B zeigt den Zustand, in dem die eingestellten Werte des Bearbeitungsattributs aus dem Zustand von Fig. 15A geändert worden sind. Es handelt sich dabei um das Änderungsverfahren des Bearbeitungsattributs von Schritt 23.

In Schritt 18 von Fig. 4 wird eine Entscheidung getroffen, ob die Speicherreihenfolge der in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gespeicherten Bearbeitungseinheiten geändert werden soll oder nicht. Falls "Ja", wird in Schritt 24 das Änderungsverfahren der Bearbeitungsreihenfolge von dem Bearbeitungsreihenfolge-Einstellbereich 5 durchgeführt. Die Speicherreihenfolge der Bearbeitungseinheiten in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gibt die Reihenfolge der Bearbeitungseinheiten an, die eine Basis zum Erzeugen des Werkzeugweges und der NC-Daten ist, und gibt auch die Reihenfolge der Bearbeitung an. Bei dem Bearbeitungsreihenfolge-Änderungsverfahren von Schritt 24 wird die Reihenfolge der Bearbeitungseinheiten, deren Reihenfolge geändert werden soll, geändert und eingestellt.

In Schritt 19 von Fig. 4 wird eine Entscheidung getroffen, ob die Bearbeitungseinheiten, die in der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 gespeichert sind, d. h. das Bearbeitungsprogramm, geändert werden soll oder nicht. Falls "Ja", wird in Schritt 25 das Verfahren zur Anzeige des Werkzeugweges und der Bearbeitungssimulation durchgeführt. Der Ablauf der Bearbeitungssimulation von Schritt 25 ist in Fig. 16 gezeigt. In Schritt 40 von Fig. 16 werden die zu prüfenden Bearbeitungseinheiten von der Bedienungsperson aus der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 ausgewählt. In Schritt 41 werden die ausgewählten Bearbeitungseinheiten aus der früheren Speicherreihenfolge aus der Bearbeitungseinheit-Datenbank 11 entnommen. Der Werkzeugweg und die NC-Daten werden von den Bearbeitungseinheiten von dem Werkzeugweg/NC-Datenerzeugungsbereich 6 erzeugt.

In Schritt 42 wird eine Entscheidung getroffen, ob der Werkzeugweg angezeigt werden soll oder nicht. Falls "Ja", wird der Werkzeugweg in Schritt 43 von dem Werkzeugweganzeige/Bearbeitungssimulations-Bereich 7 angezeigt. Falls "Nein", wird die Bearbeitungssimulation in Schritt 44 unter Verwendung der NC-Daten als Basis durchgeführt und angezeigt. Die Fig. 17 und 18 zeigen ein Beispiel der Verarbeitung der Werkzeugweganzeige und der Bearbeitungssimulation. Die Fig. 17A zeigt den Zustand, in dem die ausgewählte Bearbeitungseinheit CU₄ (nicht gezeigt) ausgewählt

worden ist. Die Fig. 17B zeigt den Zustand, in dem der Werkzeugweg TP₄, der für die ausgewählte Bearbeitungseinheit CU₄ erzeugt worden ist, angezeigt wird. Die Fig. 18 zeigt den Zustand, in dem die Bearbeitungssimulation auf der Basis der NC-Daten für die ausgewählte Bearbeitungseinheit CU₄ durchgeführt und angezeigt wird. Die Bedienungsperson bezieht sich auf den Werkzeugweg und das Bearbeitungssimulationsergebnis, die in den Fig. 17B und 18 gezeigt sind, und korrigiert die Bearbeitungseinheiten, falls diese ungeeignet sind.

Dabei kann die Reihenfolge des Ablaufs in den Schritten 14 bis 18 in Fig. 4 geändert werden.

Die automatische Programmiervorrichtung umfaßt folgendes:

- einen Bearbeitungseinheit-Vorbereitungsbereich zum Vorbereiten mehrerer Bearbeitungseinheiten;
- einen Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich zum Auswählen einer bestimmten Bearbeitungseinheit aus den vorbereiteten Bearbeitungseinheiten und zum Bestimmen der Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes der ausgewählten Bearbeitungseinheit, um dadurch die Bearbeitungseinheiten für die Verarbeitung zu definieren;
- einen Bearbeitungsreihenfolge-Einstellbereich zum Einstellen einer Bearbeitungsreihenfolge für die Bearbeitungseinheit; und
- einen NC-Datenerzeugungsbereich zum Erzeugen von NC-Daten auf der Basis der Bearbeitungseinheit mit der Reihenfolge, die von dem Bearbeitungsreihenfolge-Einstellbereich eingestellt wird.

Deshalb kann eine teilweise Bearbeitung in solch einer Weise definiert werden, daß eine Bedienungsperson die vorbereitete Bearbeitungseinheit bestimmt und die Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes für eine Materialform und die Bearbeitungsattribut-Information eingibt, und die NC-Daten können in solch einer Weise erzeugt werden, daß die Reihenfolge der definierten Teilbearbeitung bestimmt ist. Die automatische Programmiervorrichtung umfaßt weiterhin einen Erzeugungsbereich für bearbeitetes Material zum Entfernen der Bearbeitungsgebiet-Form aus der Materialform, um eine bearbeitete Materialform zu erzeugen. Aus diesem Grund können die Eingabe-Bearbeitungsdaten durch das Erzeugen der bearbeiteten Materialform schnell geprüft werden, wenn die Teilbearbeitung definiert ist.

Auf diese Weise kann ein Bearbeitungsprogramm für komplizierte Bearbeitungen, wie zum Beispiel das Bearbeiten einer komplizierten bearbeiteten Form und polygonales Bearbeiten im Vergleich mit einer herkömmlichen automatischen Programmiervorrichtung leicht erzeugt werden. Das richtige Programm kann schnell durch empirisch-praktische Methoden erzeugt werden.

Durch das Vorbereiten einer neuen Bearbeitungseinheit, die aus vereinheitlichten Bearbeitungseinheiten zusammengesetzt wird, kann die Programmiereffizienz verbessert werden.

Wenn das Bearbeitungsgebiet der Bearbeitungseinheit und das Bearbeitungsattribut geändert werden, kann ein gewünschtes Programm schnell ausgeführt werden.

Da die automatische Programmiervorrichtung einen Bearbeitungssimulationsbereich hat, kann das richtige Programm leicht erhalten werden.

Das automatische Programmierverfahren wählt eine bestimmte Bearbeitungseinheit aus einer Vielzahl von vorbereiteten Bearbeitungseinheiten aus und bestimmt die Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes der ausgewählten Bearbeitungseinheit, um die Bearbeitungseinheiten zu defi-

nieren; es stellt die Bearbeitungsreihenfolge für die definierten Bearbeitungseinheiten ein und erzeugt NC-Daten auf der Basis der Bearbeitungseinheit mit der eingestellten Reihenfolge. Deshalb kann das Bearbeitungsprogramm für eine komplizierte Bearbeitung in solch einer Weise leicht erzeugt werden, daß eine Bedienungsperson die Bearbeitungseinheit bestimmt, die Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes und die Bearbeitungsattributsinformation eingibt und die Reihenfolge der Bearbeitung einstellt. Weiterhin kann durch das Prüfen der bearbeiteten Materialform, des Werkzeugweges und des Bearbeitungssimulations-Ergebnisses ein richtiges Programm schnell durch empirische Aktivitäten erzeugt werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Betriebsanzeige
- 2 Materialform-Definition
- 3 Bearbeitungseinheit-Definition/Edition
- 4 Erzeugung einer bearbeiteten Materialform
- 5 Bearbeitungsreihenfolge-Einstellung
- 6 Werkzeugweg/NC-Daten-Erzeugung
- 7 Werkzeugweganzeige/Bearbeitungs-Simulation
- 8 vorbereitete Materialform-Datenbank
- 9 vorbereitete Bearbeitungseinheit/Datenbank
- 10 Materialform-Datenbank
- 11 Bearbeitungseinheit-Datenbank
- 12 Werkzeugweg/NC-Daten-Datenbank
- 13 Definition des Materials
- 14 Einstellen/Hinzufügen einer Bearbeitungseinheit ?
- 15 Ändern des Bearbeitungsgebietes ?
- 16 Löschen der Bearbeitungseinheit ?
- 17 Ändern des Bearbeitungsattributs ?
- 18 Ändern der Bearbeitungsreihenfolge ?
- 19 Prüfen des Bearbeitungsprogramms ?
- 20 Einstellen/Hinzufügen einer Bearbeitungseinheit
- 21 Ändern des Bearbeitungsgebietes
- 22 Löschen einer Bearbeitungseinheit
- 23 Ändern eines Bearbeitungsattributs
- 24 Ändern der Bearbeitungsreihenfolge
- 25 Simulation der Werkzeugweg-Anzeige/Bearbeitung
- 26 Auswahl einer Bearbeitungseinheit und Erzeugung einer Kopie
- 27 Anordnung und Größe einer Bearbeitungsgebiet-Form bestimmen
- 28 Bearbeitungseinheit in einer Datenbank speichern
- 29 Erzeugen einer bearbeiteten Materialform
- 30 Auswahl einer Bearbeitungseinheit
- 31 Anordnung und Größe eines Bearbeitungsgebietes bestimmen
- 32 Erzeugen einer bearbeiteten Materialform
- 33 Auswahl einer Bearbeitungseinheit
- 34 Löschen einer ausgewählten Bearbeitungseinheit
- 35 Erzeugen einer bearbeiteten Materialform
- 36 Auswahl einer Bearbeitungseinheit
- 37 Anzeige einer Bearbeitungseigenschaft einer ausgewählten Bearbeitungseinheit
- 38 Ändern eines Bearbeitungsattributwertes
- 40 Auswahl einer gespeicherten Bearbeitungseinheit
- 41 Erzeugen von Werkzeugweg/NC-Daten einer ausgewählten Bearbeitungseinheit
- 42 Anzeige des Werkzeugweges
- 43 Anzeige des Werkzeugweges
- 44 Ausführen der Bearbeitungssimulation auf der Basis von NC-Daten
- 2A-a Bearbeitungseinheit
- 2A-b Bearbeitungsgebiet
- 2A-c festes Modell

- 2A-d Bearbeitungsattribut
- 2A-e Bearbeitungsart
- 2A-f Fertigungstoleranz
- 2A-g Bearbeitungswerkzeug
- 2B-a Bearbeitungseinheit
- 2B-b Bearbeitungseinheit
- 3A-a Bearbeitungsattribut
- 3A-b Bearbeitungsart: Stirnsenkenloch
- 3B-a Bearbeitungsattribut
- 3B-b Bearbeitungsart: Tasche
- Start Start
- End Ende
- YES JA
- NO NEIN
- 15 15A-a Bearbeitungsattribut
- 15A-b Bearbeitungsart: Tasche
- 15A-c Fertigungstoleranz
- 15A-d verwendetes Werkzeug: flach
- 15A-e Schnitt-Tiefe
- 20 15A-f Abstand
- 15B-a Bearbeitungsattribut
- 15B-b Bearbeitungsart: Tasche
- 15B-c Fertigungstoleranz
- 15B-d verwendetes Werkzeug: flach
- 25 15B-e Schnitt-Tiefe
- 15B-f Abstand

Patentansprüche

1. Automatische Programmiervorrichtung zum Erzeugen eines Programms, um eine NC-Maschine zu steuern, die folgendes aufweist:
 - einen Materialform-Definitionsbereich zum Definieren der Materialform, die von einem dreidimensionalen festen Modell verkörpert wird;
 - einen Bearbeitungseinheit-Vorbereitungsbereich zum Vorbereiten mehrerer Bearbeitungseinheiten mit einer vereinheitlichten Information für ein Bearbeitungsgebiet, das von einem dreidimensionalen festen Modell verkörpert wird und eines Bearbeitungsattributs einschließlich eines Bearbeitungsverfahrens und einer Werkzeuginformation zum Bearbeiten des Bearbeitungsgebietes;
 - einen Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich zum Auswählen einer bestimmten Bearbeitungseinheit aus den Bearbeitungseinheiten, die von dem Bearbeitungseinheit-Vorbereitungsbereich vorbereitet worden sind und zum Bestimmen der Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes der ausgewählten Bearbeitungseinheit für die Materialform, die von dem Materialform-Definitionsbereich definiert worden ist, um dadurch die Bearbeitungseinheiten zum Verarbeiten zu definieren;
 - einen Bereich zum Erzeugen einer bearbeiteten Materialform zum Entfernen der Bearbeitungsgebiet-Form der Bearbeitungseinheit, die von dem Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich definiert worden ist, aus der Materialform, die von dem Materialform-Definitionsbereich mittels Boolescher Operationen definiert worden ist, um dadurch die bearbeitete Form zu erzeugen;
 - einen Bearbeitungsreihenfolge-Einstellbereich zum Einstellen einer Bearbeitungsreihenfolge für die Bearbeitungseinheiten, die von dem Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich definiert worden sind; und
 - einen NC-Daten-Erzeugungsbereich zum Er-

zeugen von NC-Daten auf der Basis der Bearbeitungseinheit mit der Reihenfolge, die von dem Bearbeitungsreihenfolge-Einstellbereich eingestellt worden ist.

2. Automatische Programmier Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet daß die mehreren Bearbeitungseinheiten, die von dem Bearbeitungseinheit-Vorbereitungsbereich vorbereitet worden sind, Bearbeitungsreihenfolgen sind, die von dem Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich vorgegeben sind, und einheitlich zusammengefaßt sind, um eine neue Bearbeitungseinheit zu definieren, wobei die neue Bearbeitungseinheit als eine der Bearbeitungseinheiten in dem Bearbeitungseinheit-Vorbereitungsbereich gespeichert wird.

3. Automatische Programmier Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich die Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes der definierten Bearbeitungseinheit für die Materialform und seine Bearbeitungsattribute ändert.

4. Automatische Programmier Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie weiterhin einen Bearbeitungssimulationsbereich zum Durchführen einer Bearbeitungssimulation auf der Basis der NC-Daten für jede Bearbeitungseinheit durchführt, die von dem Bearbeitungseinheit-Definitionsbereich definiert worden ist.

5. Automatisches Programmierverfahren zum Erzeugen eines Programms zum Steuern einer NC-Maschine, das die folgenden Schritte aufweist:

- einen ersten Schritt zum Definieren der Materialform, die von einem dreidimensionalen festen Modell repräsentiert wird;
- einen zweiten Schritt zum Auswählen einer bestimmten Bearbeitungseinheit aus mehreren vorbereiteten Bearbeitungseinheiten mit einer vereinheitlichten Information für ein Bearbeitungsgebiet, das von einem dreidimensionalen festen Modell repräsentiert wird, und zum Auswählen eines Bearbeitungsattributs, einschließlich eines Bearbeitungsverfahrens und einer Werkzeuginformation zum Bearbeiten des Bearbeitungsgebietes, und zum Bestimmen der Anordnung und Größe des Bearbeitungsgebietes der ausgewählten Bearbeitungseinheit für die Materialform, die von dem Materialform-Definitionsbereich definiert worden ist, um dadurch die Bearbeitungseinheiten zum Verarbeiten zu definieren;
- einen dritten Schritt zum Entfernen der Bearbeitungsgebiet-Form der Bearbeitungseinheit aus der Materialform mittels Booleschen Operationen, um dadurch die bearbeitete Materialform zu erzeugen;
- einen vierten Schritt zum Einstellen einer Bearbeitungsreihenfolge für die definierten Bearbeitungseinheiten; und
- einen fünften Schritt zum Erzeugen von NC-Daten auf der Basis der Bearbeitungseinheiten mit der eingestellten Reihenfolge; und
- einen sechsten Schritt zum Durchführen einer Bearbeitungssimulation auf der Basis der NC-Daten für jede der Bearbeitungseinheiten,

wobei in dem zweiten Schritt eine Bearbeitungseinheit hinzugefügt oder gelöscht werden kann und das Bearbeitungsgebiet und die Bearbeitungsattribute der defi-

nieren Bearbeitungseinheit geändert werden können.

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen

FIG.1

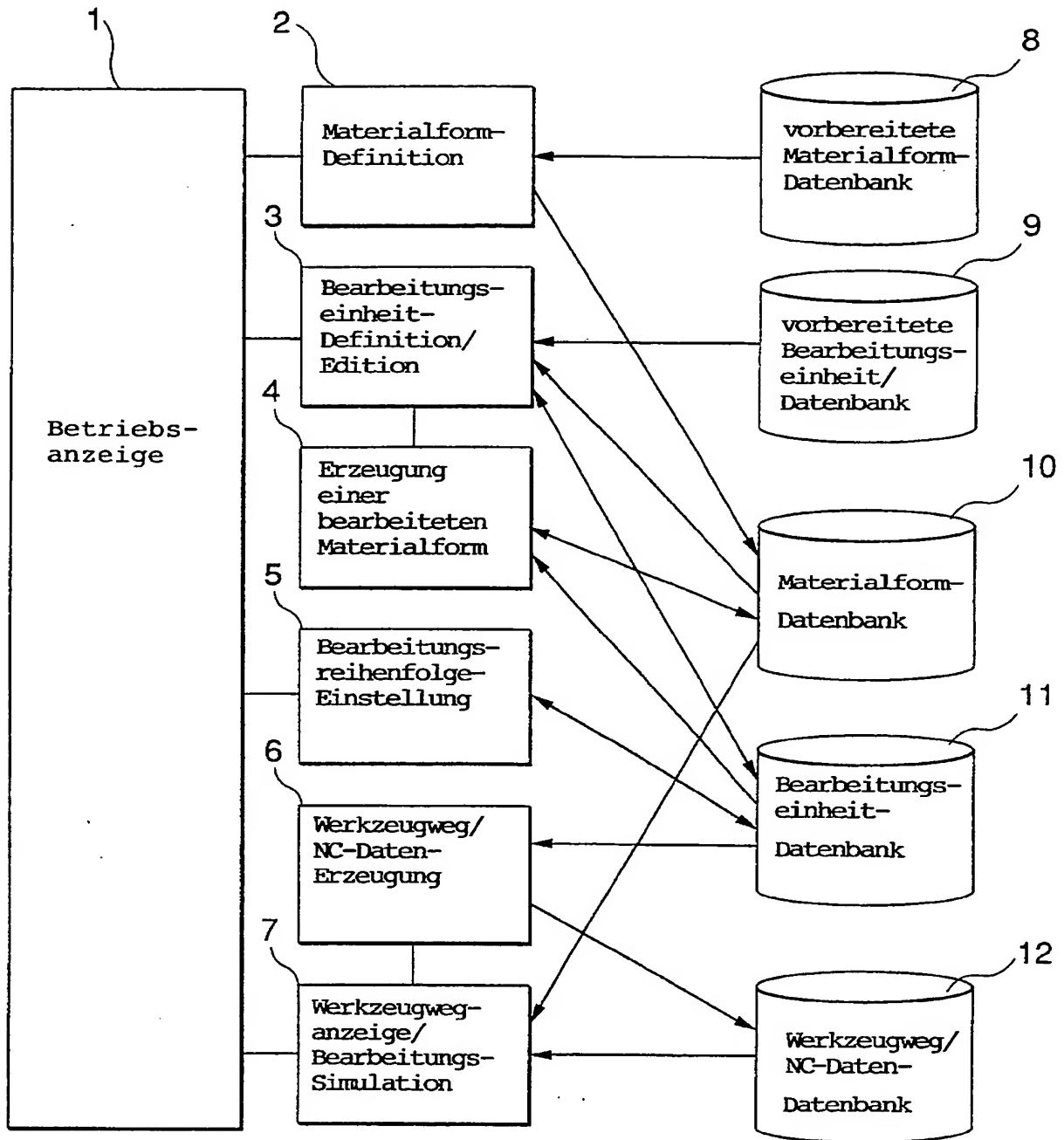


FIG.2B

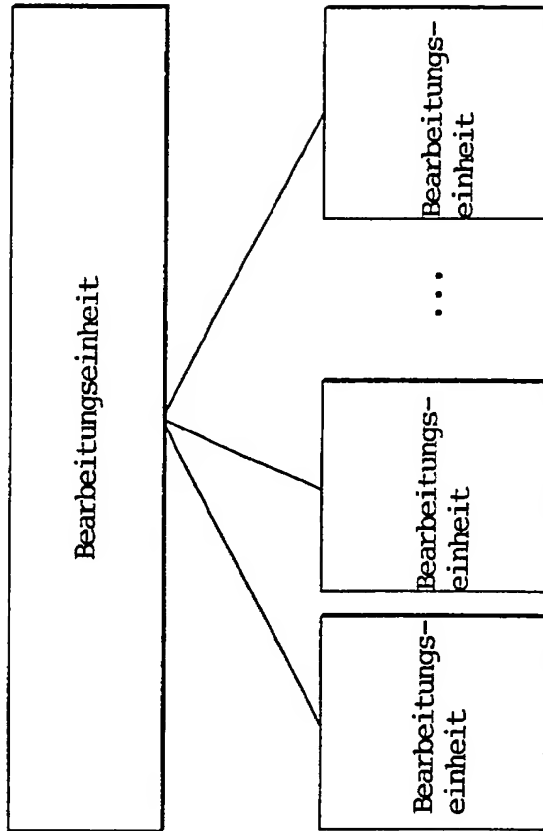
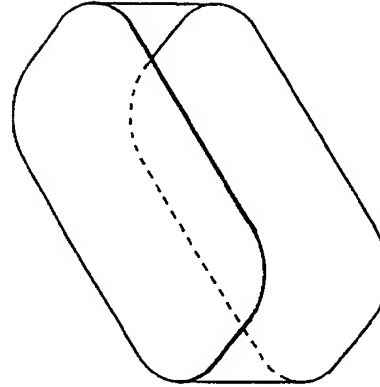


FIG.3B



Bearbeitungsattribut
Bearbeitungsart: Tasche

FIG.2A

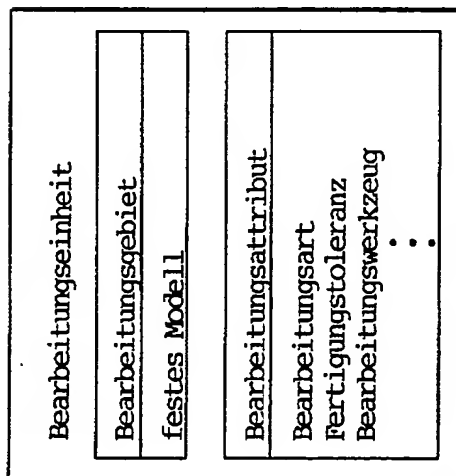
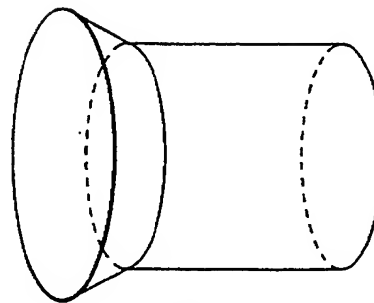


FIG.3A



Bearbeitungsattribut
Bearbeitungsart: Stirnsenkenloch

FIG.4

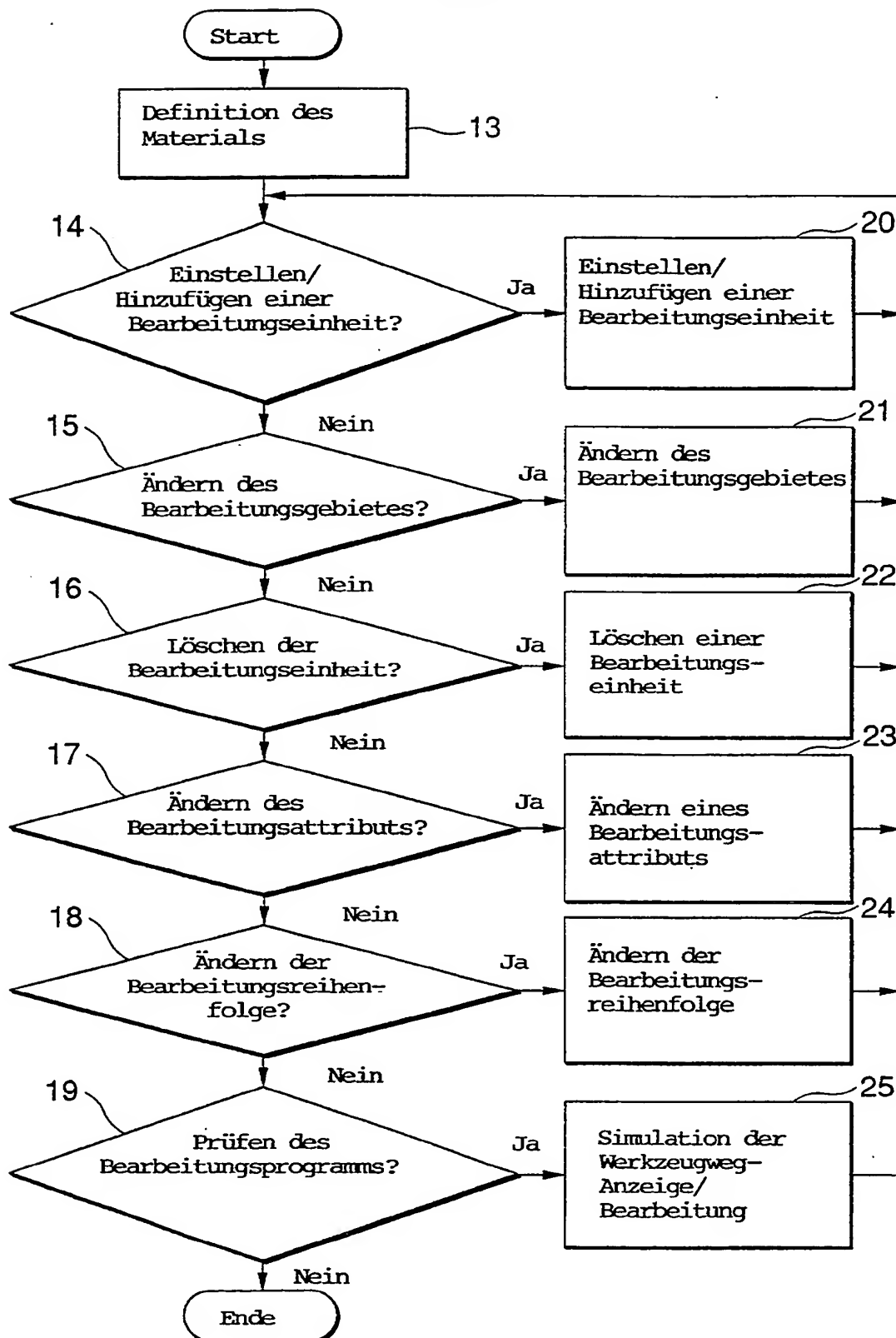


FIG.5

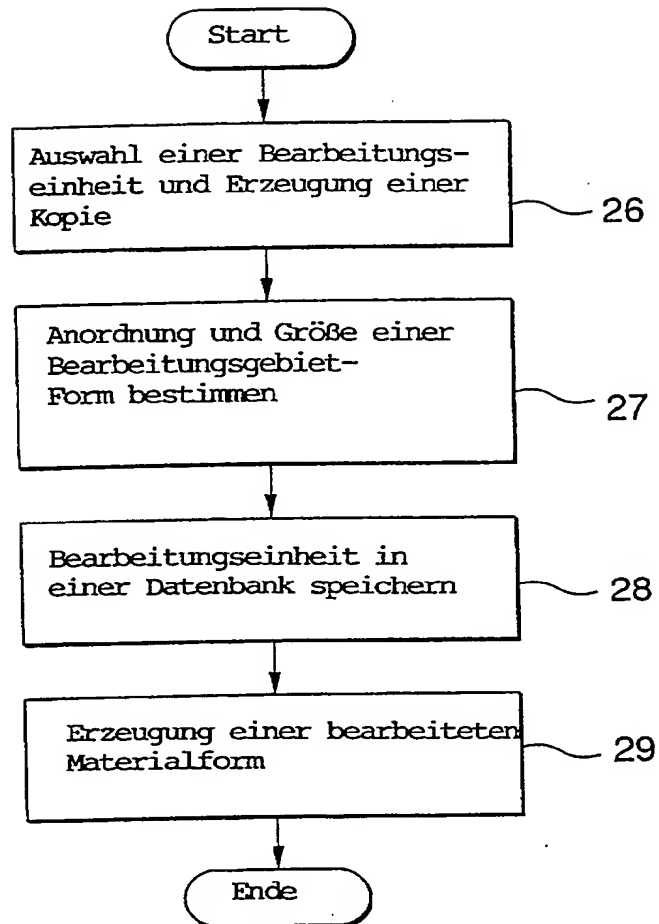


FIG.6A

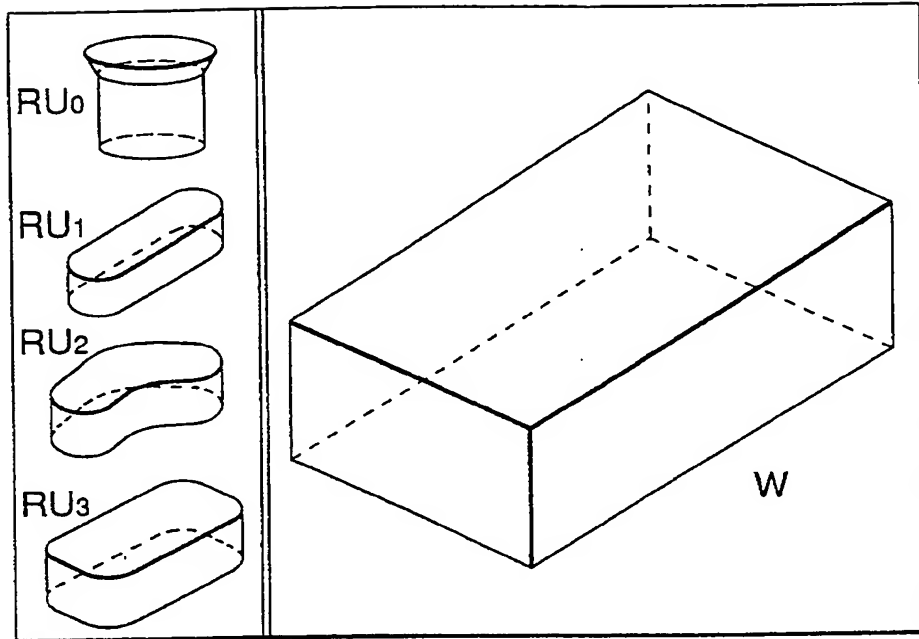


FIG.6B

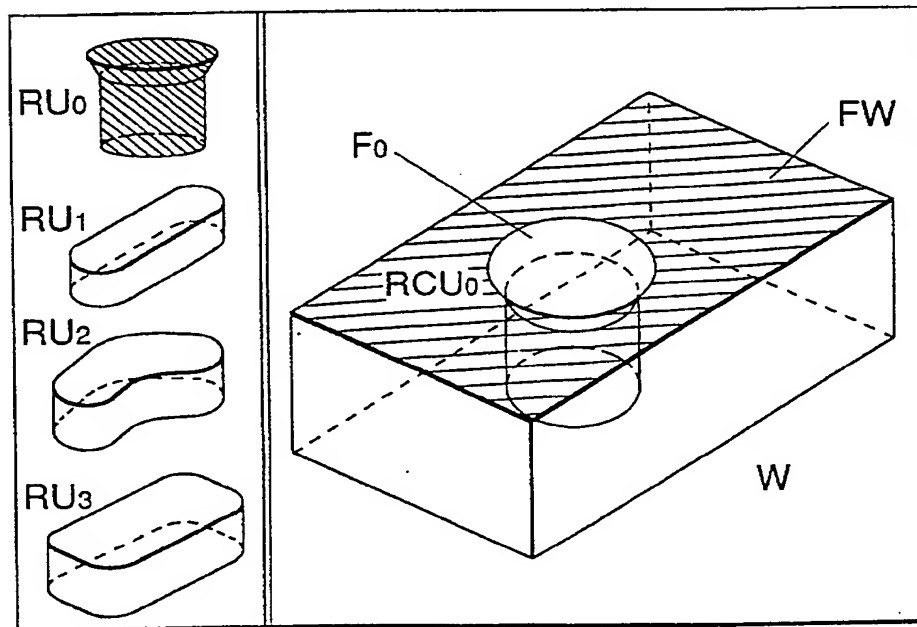


FIG.7A

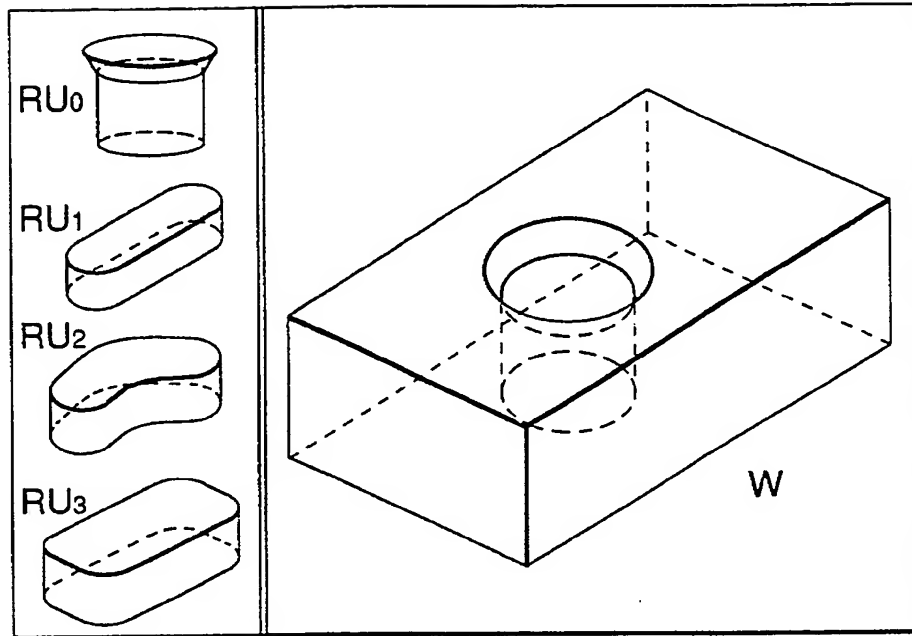


FIG.7B

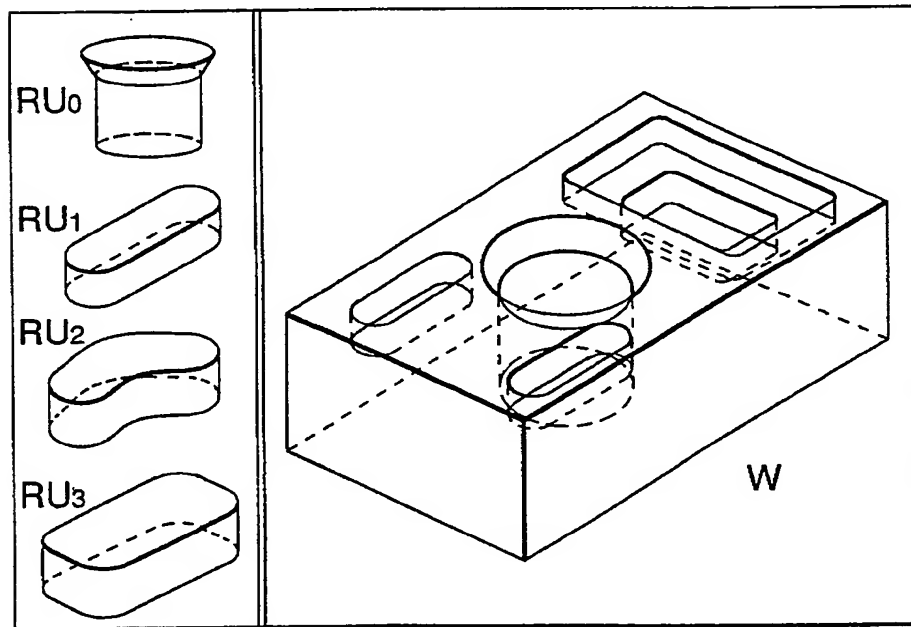


FIG.8

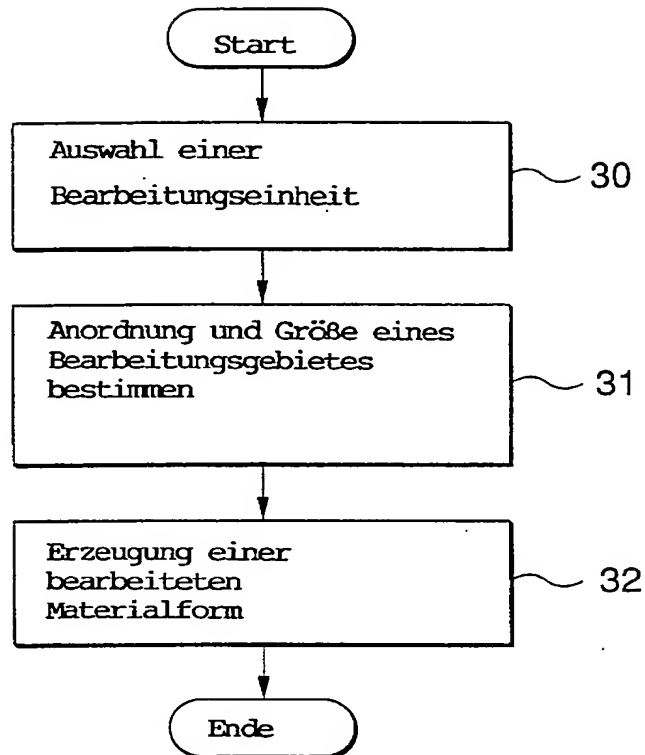


FIG.9A

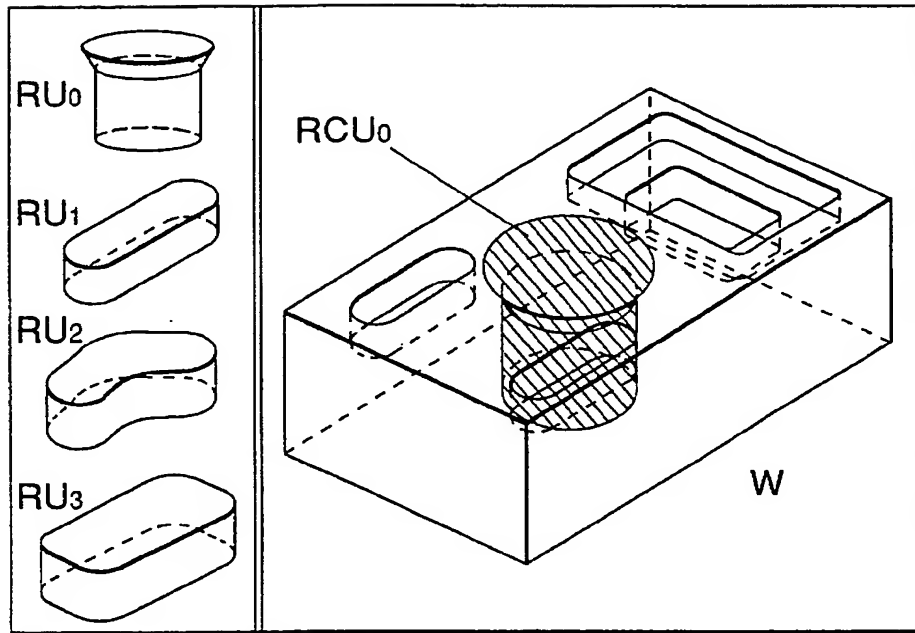


FIG.9B

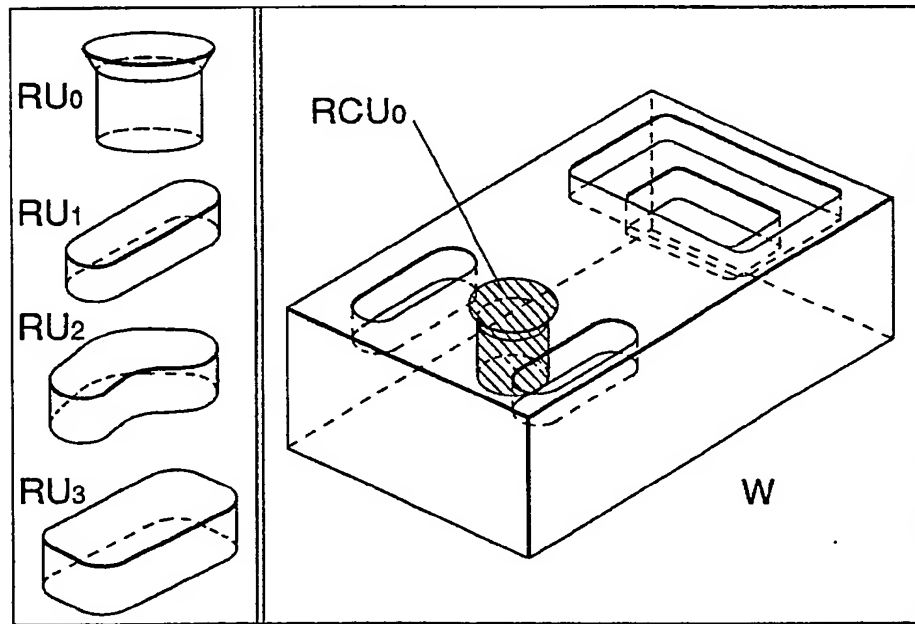


FIG.10

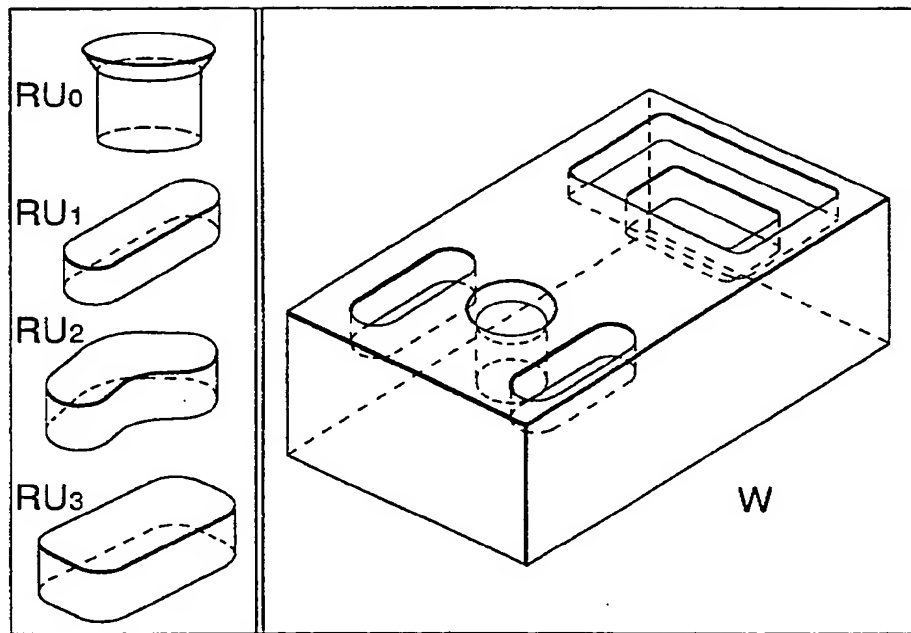


FIG.11

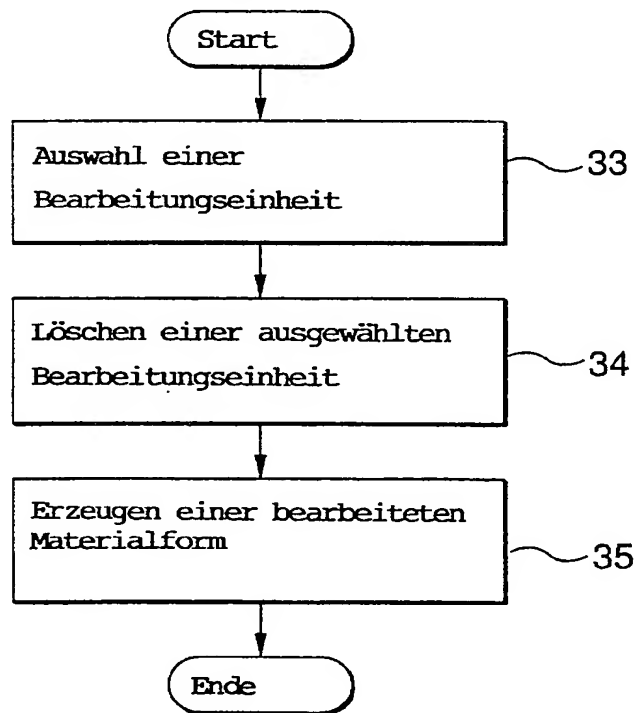


FIG.12A

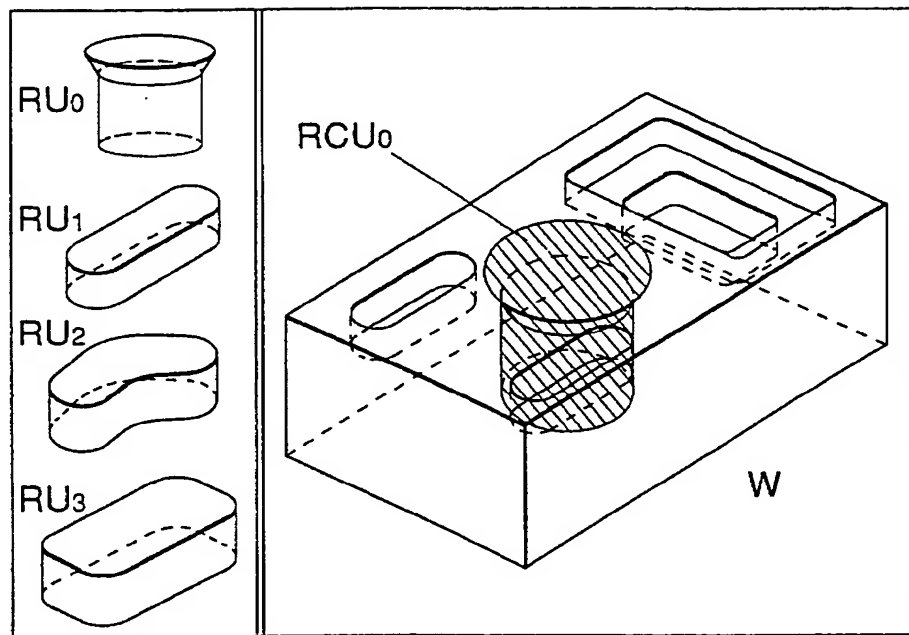


FIG.12B

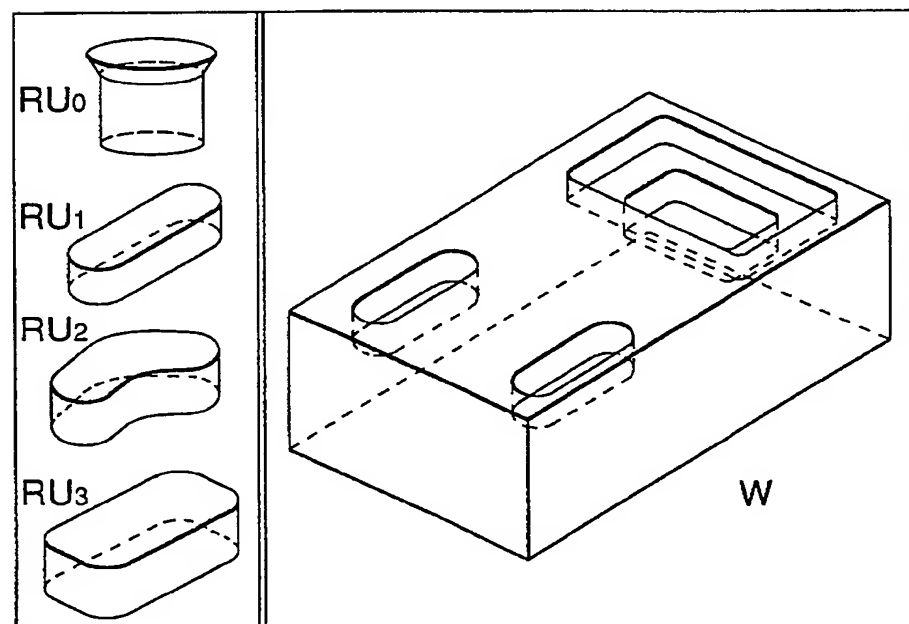


FIG.13

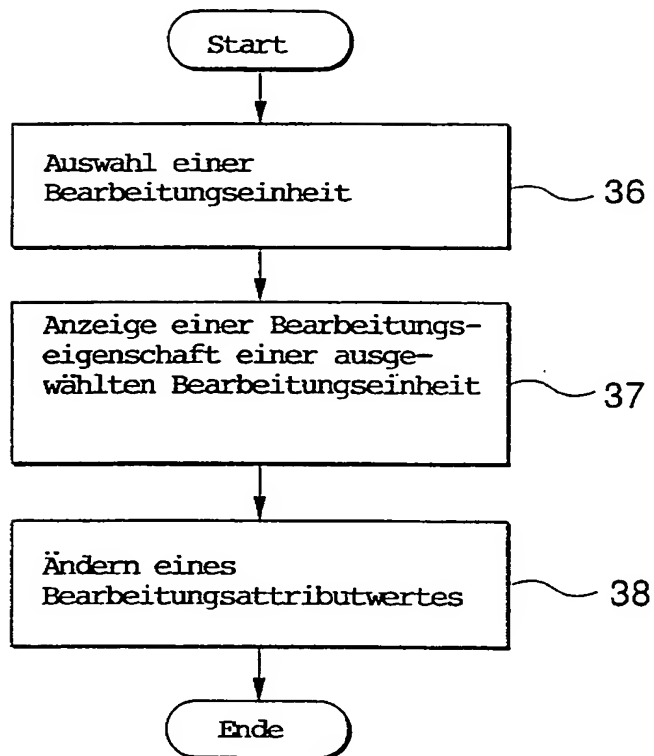


FIG.14

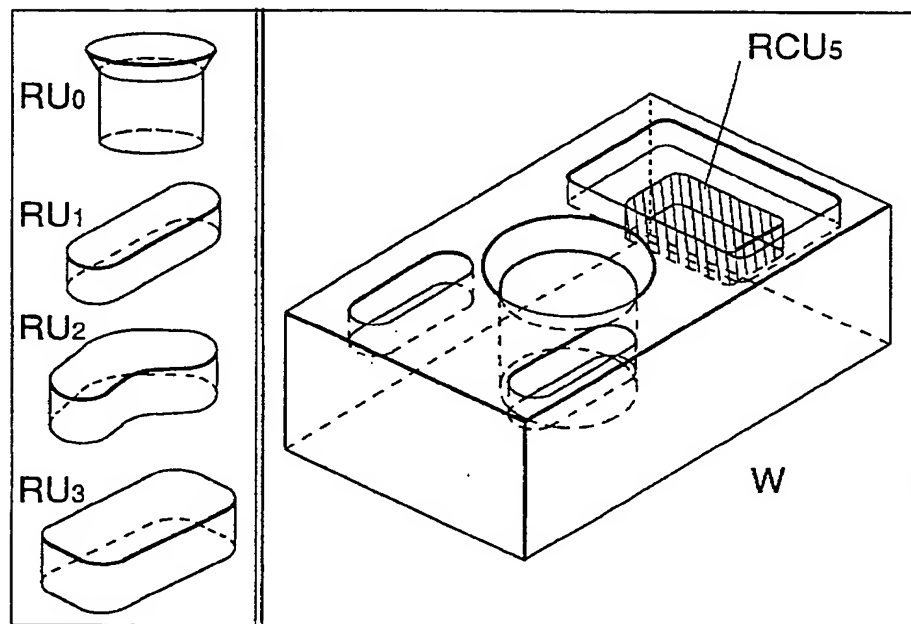


FIG.15A

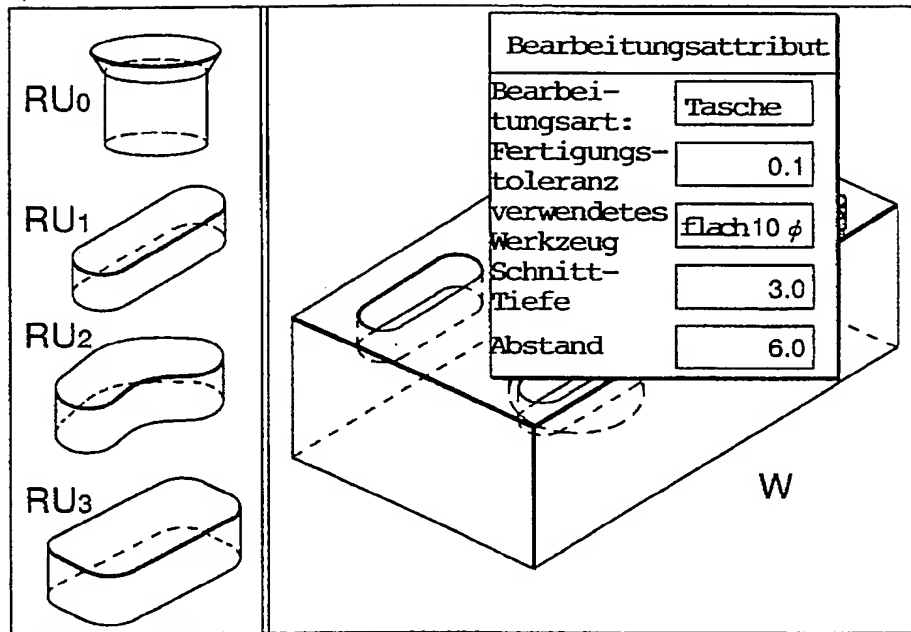


FIG.15B

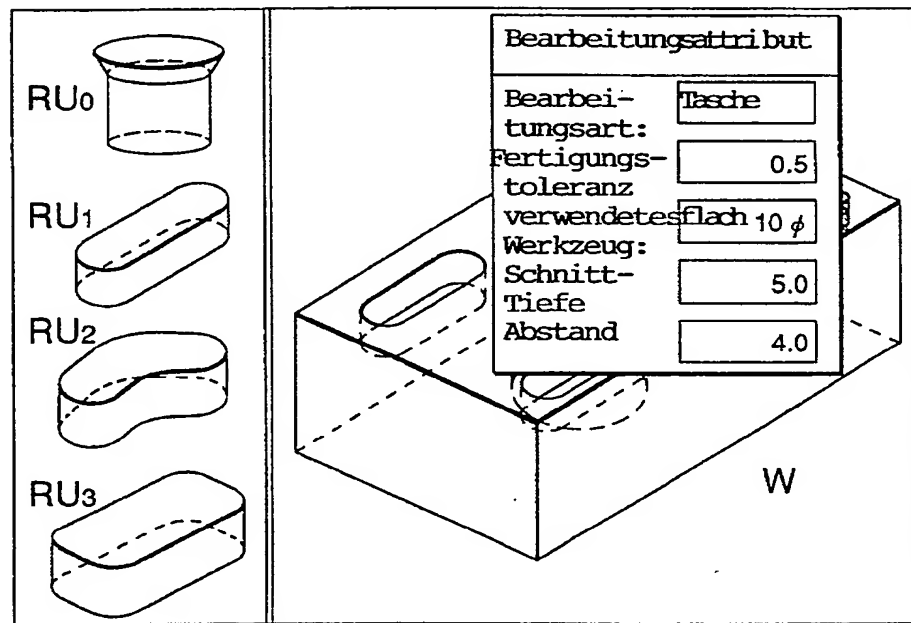


FIG.16

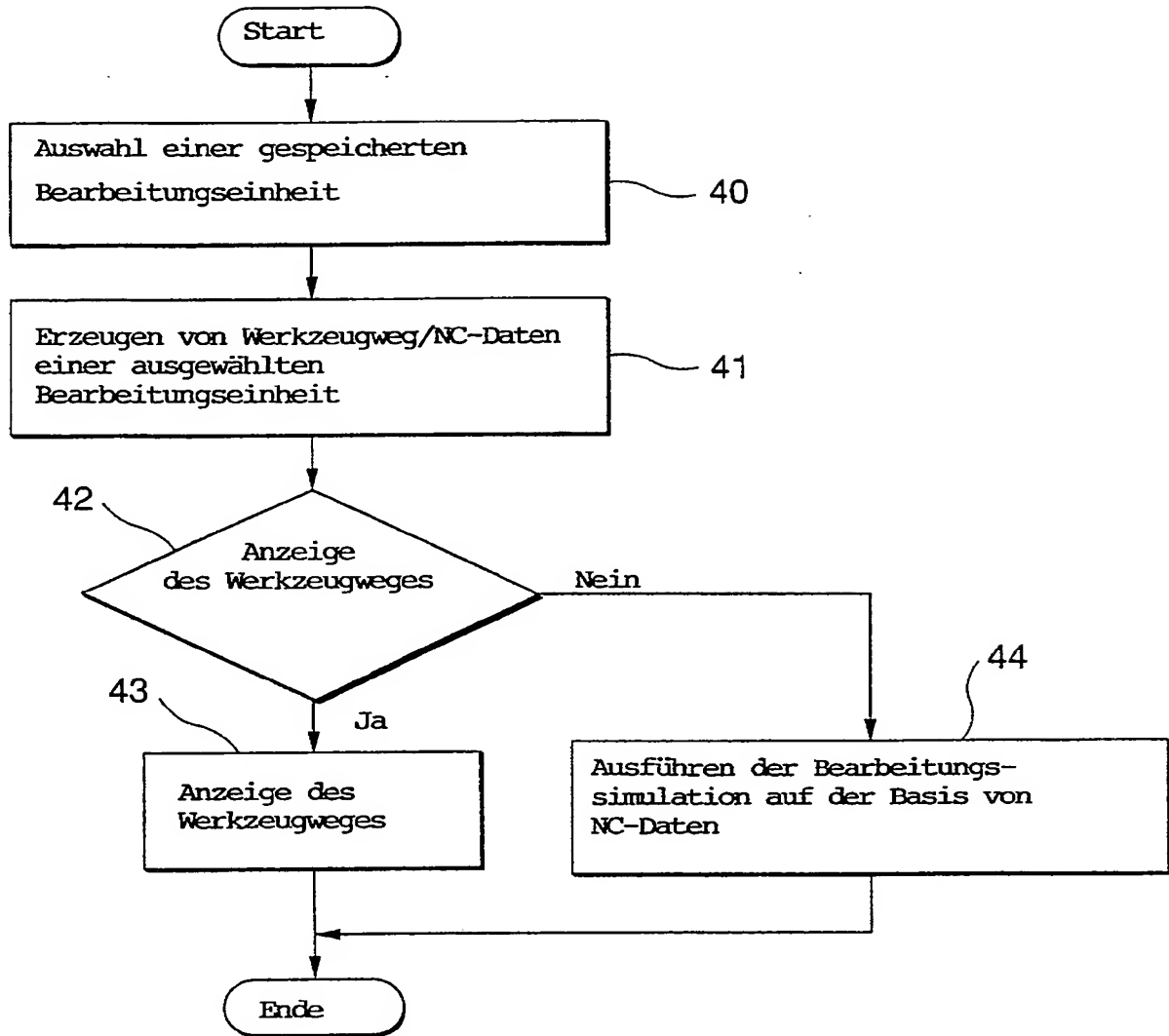


FIG.17A

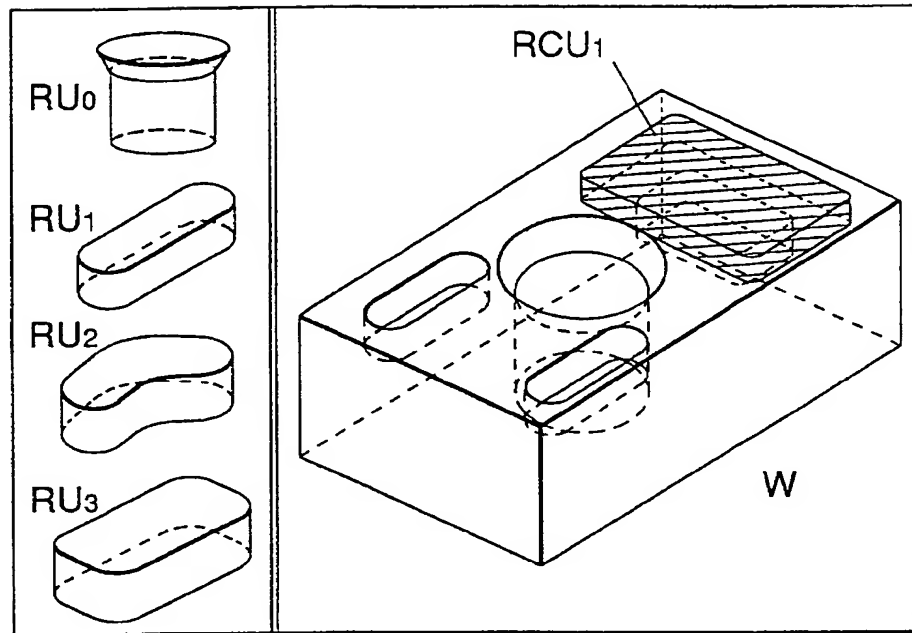


FIG.17B

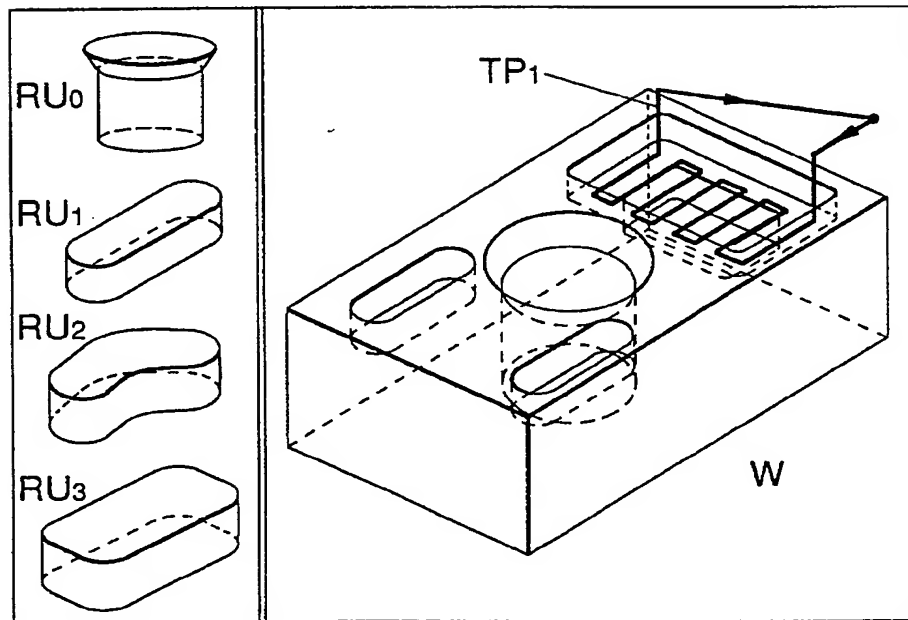


FIG.18

